

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**



JC997 U.S. PTO

09/864489



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

100 25 669.4

Anmeldetag:

24. Mai 2000

Anmelder/Inhaber:

Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer
Brennkraftmaschine

IPC:

F 02 D 41/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. April 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agencia

22.05.00 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer
Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

20

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine ist beispielsweise aus der DE-OS 44 11 789 bekannt. Bei dem dort beschriebenen Verfahren wird die Einspritzung in wenigstens zwei Teileinspritzungen aufgeteilt. Zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung dient dabei ein Stellelement, wobei dieses vorzugsweise als Magnetventil ausgebildet ist.

25

30

Durch die zeitlich nahe beieinander liegenden Ansteuervorgänge wird der Vorgang des Öffnens des Magnetventils am Ende der Voreinspritzung durch das erneute Ansteuern des Magnetventils für die Haupteinspritzung beeinflusst. Der vor der Beginn der Haupteinspritzung soll bei einer bestimmten Winkelstellung der Kurbelwelle bzw. Nockenwelle erfolgen, damit eine günstige Verbrennung mit Hinblick auf Verbrauch und Leistung erzielt wird.

35

Um die Vorteile einer Voreinspritzung gewährleisten zu können, sollte der zeitliche Abstand zwischen Voreinspritzung und Haupteinspritzung einen bestimmten Wert annehmen. Der zeitliche Abstand entspricht wiederum einem drehzahlabhängigen Winkel, um den sich die Kurbel- bzw. Nockenwelle dreht. Durch sich ändernde Momentandrehzahlen zwischen dem Ansteuerende der Voreinspritzung und dem Förderbeginn der Haupteinspritzung unterliegt die Winkeldifferenz zwischen dem Ansteuerende der Voreinspritzung und dem Ansteuerbeginn der Haupteinspritzungen Schwankungen, die zu Ungenauigkeiten der Voreinspritzung führen.

Vorteile der Erfindung

Dadurch, daß ein Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung eine vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt, kann ein definierter Zusammenhang zwischen dem Ansteuerende der Voreinspritzung und dem Förderbeginn der Haupteinspritzung erzielt werden. Als Förderbeginn wird der Zeitpunkt bezeichnet, bei dem die Zumessung von Kraftstoff in die Brennkraftmaschine beginnt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Zeitspanne derart vorgegeben wird, daß ein Förderbeginn der zweiten Teileinspritzung eine zweite vorgebbare Zeitspanne nach dem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt. Diese zweite Zeitspanne wird im folgenden auch als Förderpause bezeichnet.

Besonders einfach ist das Verfahren zu realisieren, wenn die erste Zeitspanne ausgehend von wenigstens einer Schließzeit des Stellelements und der zweiten Zeitspanne vorgebbbar ist. Dies bedeutet, die erste Zeitspanne, wird ausgehend von der gewünschten Förderpause und der Schließzeit des

Stellelements, das vorzugsweise als Magnetventil und/oder als Piezosteller ausgebildet ist, vorgegeben. Die Schließzeit entspricht der Zeitdauer zwischen der Ansteuerbeginn und dem Förderbeginn.

5 Eine gute Anpassung an das Verhalten der Brennkraftmaschine ergibt sich, wenn die zweite Zeitspanne, das heißt die Förderpause abhängig von wenigstens der Drehzahl der Brennkraftmaschine vorgebar ist. Besonders vorteilhaft werden noch weitere Größen berücksichtigt.

10 Dadurch daß eine Ansteuerdauer oder ein Ansteuerende der zweiten Teileinspritzung ausgehend von dem Förderbeginn korrigiert wird, kann die Genauigkeit der Kraftstoffzumessung verbessert werden. Insbesondere lassen sich Fehler, die darauf beruhen, daß die Förderpause konstant gehalten wird, kompensieren.

15 Eine besonders einfache Korrektur ergibt sich, wenn der Förderbeginn gelernt und mit einem Sollförderbeginn verglichen wird und die Korrektur ausgehend von dem Vergleich erfolgt.

20 Zeichnung

25 Die Erfindung wird anhand in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockdiagramm der Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, die Figur 2 verschiedene über der Zeit aufgetragene Signale und Figur 3 ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Vorgehensweise.

30 In der Figur 1 ist die Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine als Blockdiagramm dargestellt. Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorgehensweise am

35

Beispiel einer magnetventilgesteuerten Verteilereinspritzpumpe beschrieben. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist dabei nicht auf diese Anwendung beschränkt, sie kann auch bei anderen magnetventilgesteuerten Kraftstoffzumeßeinrichtungen eingesetzt werden. Desweiteren können anstelle eines Magnetventils auch andere Stellelemente, wie insbesondere Piezoaktoren eingesetzt werden.

Ein Stellelement ist mit 100 bezeichnet. Dieses steht zum einen mit einer Versorgungsspannung U_{bat} und zum anderen mit einem Schaltmittel 110 in Kontakt. Das Schaltmittel 110 steht ferner über ein Strommeßmittel 120 mit einem Masseanschluß in Verbindung. Die Reihenfolge des Stellelements 100, des Schaltmittels 110 und des Strommeßmittels 120 sind nur beispielhaft gewählt. Es können auch andere Reihenfolgen dieser Reihenschaltung vorgesehen sein. Desweiteren ist es möglich, daß weitere Schaltmittel zur Ansteuerung des Stellelements 100 verwendet werden. Bei der Darstellung in Figur 1 handelt es sich nur um eine beispielhafte Darstellung.

Das Schaltmittel 110 wird von einer Endstufe 130 mit Ansteuersignalen A beaufschlagt. Das Strommeßmittel 120, das vorzugsweise als Widerstand ausgebildet wird, liefert ein Signal an die Endstufe, das den Strom I , der durch das Stellelement fließt, charakterisiert. Die Endstufe 130 beaufschlagt eine Steuereinheit 140 mit Signalen und wird von der Steuereinheit 140 mit Ansteuersignalen beaufschlagt.

Die Steuereinheit 140 beinhaltet im wesentlichen, eine Ein-/Ausschaltsteuerung 141, eine Einspritzsteuerung 142 und eine Schaltzeitbestimmung 143. Der Steuereinheit 140 werden von Sensoren 150 verschiedene Signale zugeführt, die den Betriebszustand der Brennkraftmaschine und/oder

Umgebungsbedingungen charakterisieren. Eine wesentliche Größe ist dabei die Drehzahl N der Brennkraftmaschine.

5 Die Sensorsignale gelangen zur Einspritzsteuerung 142, die ausgehend von diesen und weiteren Daten verschiedene Größen bestimmt, die beispielsweise den Sollwert für den Förderbeginn FBS, den Sollwert für das Ansteuerende der Haupteinspritzung AES, das Ansteuerende für die Voreinspritzung VEAE, die Förderpause FP und die Förderdauer
10 der Haupteinspritzung FD charakterisieren, an die Ein-/Ausschaltsteuerung 141.

15 Die Ausschaltsteuerung 141 bestimmt ausgehend von diesen Größen und weiteren Größen, wie beispielsweise der Schaltzeit SZ, die von der Schaltzeitbestimmung 143 geliefert wird, Signale zur Beaufschlagung der Endstufe 130. Dies sind u. a. ein Signal AB, das den Ansteuerbeginn der Haupteinspritzung und ein Signal AE, das das Ende der Haupteinspritzung charakterisiert. Dabei liefert die Ein-
20 /Ausschaltsteuerung Signale, die den Ansteuerbeginn und das Ansteuerende der Voreinspritzung charakterisieren.

25 Die Ein-/Ausschaltsteuerung 141 ist in Figur 3 detaillierter dargestellt. Die Berechnung der verschiedenen Größen in der Einspritzsteuerung 142 kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen und wird im folgenden nicht näher beschrieben.

30 In Figur 2 ist Ansteuersignal A zur Beaufschlagung des Schaltmittels 110 und der Strom I, der durch das Stellelement 110 fließt, über der Zeit t aufgetragen. In der Figur 2 ist ein Einspritzvorgang dargestellt, bei dem die Einspritzung in wenigstens zwei Teileinspritzungen aufgeteilt ist. Die erste Teileinspritzung wird als Voreinspritzung VE und die zweite Teileinspritzung wird als
35 Haupteinspritzung HE bezeichnet. Üblicherweise dient die

Voreinspritzung zur Reduzierung der Geräuschemissionen. Diese Aufgabe der Voreinspritzung kann nur gelöst werden, wenn die beiden Teileinspritzungen in einer bestimmten zeitlichen Relation zueinander stehen.

5

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist nicht auf die Anwendung bei einer Aufteilung in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung beschränkt. Die Vorgehensweise kann bei allen Einspritzsystemen verwendet werden, bei denen wenigstens zwei Teileinspritzungen vorgesehen sind. So können auch mehr als zwei Teileinspritzungen vorgesehen sein.

10

15

Ab dem Zeitpunkt t_{11} nimmt das Signal A einen sehr hohen Pegel an, d. h. der Stromfluß durch das Stellelement 100 wird freigegeben. Dies bedeutet, der Strom I steigt sehr schnell auf einen sehr hohen Wert an.

20

Zum Zeitpunkt t_{21} wird das Ansteuersignal A zurückgenommen und der Strom auf ein mittleres Niveau abgeregelt. Zum Zeitpunkt t_{31} wird das Ansteuersignal noch weiter zurückgenommen und der Strom sinkt auf einen Haltestrom ab. Zum Zeitpunkt t_{41} wird das Ansteuersignal auf 0 zurückgenommen, und der Strom fällt bis zum Zeitpunkt t_{51} auf 0 ab.

25

30

Zum Zeitpunkt t_{51} endet die Einspritzung. Der Einspritzvorgang zwischen den Zeitpunkten t_{11} und t_{51} wird auch als Voreinspritzung bezeichnet. Bei einer vereinfachten Ausgestaltung kann das Stromniveau zwischen den Zeitpunkten t_{21} und t_{41} und damit auch das Ansteuersignal A einen konstanten Wert annehmen und nicht auf einen niederen Wert abfallen.

Zum Zeitpunkt t_{12} beginnt die Haupteinspritzung HE, d. h. das Ansteuersignal steigt wieder auf den hohen Wert an, und der Strom steigt auf seinen hohen Wert an. Zum Zeitpunkt t_{22} wird das Ansteuersignal zurückgenommen, und der Strom sinkt auf den Haltestrom ab. Zum Zeitpunkt t_{42} wird das Ansteuersignal zurückgenommen, und der Strom fällt bis zum Zeitpunkt t_{52} auf 0 ab.

Der Zeitpunkt, bei dem das Stellelement seine neue Position einnimmt, d. h. in diesem dargestellten Ausführungsbeispiel die Einspritzung beginnt, wird mit BIP und einem senkrechten Pfeil bezeichnet. Zu diesem Zeitpunkt beginnt die Einspritzung. Dieser Zeitpunkt wird auch als Förderbeginn bezeichnet.

Mit einem Doppelpfeil sind der Zeitraum der Voreinspritzung VE und der Haupteinspritzung HE bezeichnet. Desweiteren ist die Förderpause FP zwischen dem Zeitpunkt t_{41} , die dem Ansteuerende der Voreinspritzung entspricht und dem Zeitpunkt, bei dem die Haupteinspritzung beginnt, eingezeichnet.

In Figur 3 ist die Ein-/Ausschaltsteuerung 141 detaillierter dargestellt. Diese Ein-/Ausschaltsteuerung 141 umfaßt im wesentlichen eine Ansteuer- und Förderbeginn- Berechnung 200, einen Förderbeginnbeobachter 220, sowie eine Ansteuerdauerkorrektur 230. Die Ansteuer- und Förderdauer- Berechnung 200 bestimmt ausgehend von der Schaltzeit SZ, die von der Schaltzeitbestimmung 143 bereitgestellt wird, dem Ansteuerende der Voreinspritzung VEAE, die von der Einspritzsteuerung 142 bereitgestellt wird, ein Signal AB, das den Ansteuerbeginn der Haupteinspritzung festlegt, einen interpolierten Förderbeginn FBI, sowie einen extrapolierten Förderbeginn FBE.

Der extrapolierte und der interpolierte Förderbeginn werden dem Förderbeginnbeobachter 220 zugeleitet. Der Ansteuerbeginn AB wird der Endstufe 130 zugeleitet.

5 Desweiteren verarbeitet die Ansteuer- und Förderbeginnberechnung 200 ein Signal FP bezüglich der Förderpause, die von der Einspritzsteuerung 142 bereitgestellt wird und ein Drehzahlsignal N des Drehzahlsensors 150.

10 Das Ansteuerende VEAE der Voreinspritzung gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 204 und zu einer Winkelzeitumrechnung 201. Die Förderpause FP gelangt über einen Verknüpfungspunkt 205 mit positiven Vorzeichen zum zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 204. Am zweiten
15 Eingang des Verknüpfungspunktes 205 liegt die Drehzahl N an. Im Verknüpfungspunkt 205 werden die beiden Größen vorzugsweise multiplikativ verknüpft.

20 Ferner liegt die Förderpause FP mit positiven Vorzeichen am Eingang eines Verknüpfungspunktes 202, an dessen zweiten Eingang das Ausgangssignal der Winkel-/Zeitberechnung 201 mit positiven Vorzeichen anliegt. Mit dem Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 202 wird zum einen eine
25 Zeitwinkelumrechnung 206 und zum anderen mit positiven Vorzeichen der Verknüpfungspunkt 203 beaufschlagt.

Am Ausgang der Zeit-/Winkelumrechnung 206 liegt der interpolierte Förderbeginn FBI an. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 204 liegt der extrapolierte Förderbeginn
30 FBE an.

Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 203 liegt mit negativen Vorzeichen die Schaltzeit SZ an. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 203 liegt der Ansteuerbeginn AB an.

Der extrapolierte Förderbeginn FBE gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 226, dessen Ausgangssignal zu einem Verknüpfungspunkt 222 mit negativen Vorzeichen gelangt. Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 222 liegt mit positiven Vorzeichen der interpolierte Förderbeginn FBI. Mit dem Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 220 wird ein Regler 224 beaufschlagt. Der Regler 224 gibt mit positiven Vorzeichen ein Signal an den Verknüpfungspunkt 226. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 226 liegt ein erwarteter Förderbeginn FBER an, der zur Ansteuerkorrektur 230 weitergeleitet wird.

Der Regler 224 und die Verknüpfungspunkte 222 und 226 bilden den Förderbeginnbeobachter.

Im folgenden werden die Elemente der Ansteuerdauerkorrektur beschrieben. Der erwartete Förderbeginn FBER gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 237 und zu einem Verknüpfungspunkt 236. Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 236 liegt die Förderdauer FD, die ebenfalls von der Einspritzsteuerung 142 bereitgestellt wird. Das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 236 gelangt mit positiven Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt 235. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 235 liegt das Ansteuerende AE an.

Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 237 liegt mit negativen Vorzeichen der Förderbeginnsollwert FBS an. Dieser gelangt ferner über ein Kennfeld 231 zu einem Verknüpfungspunkt 233. Der Ansteuerendesollwert gelangt über ein Kennfeld 322 ebenfalls zu dem Verknüpfungspunkt 233. Ein Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 233 gelangt zu dem zweiten Eingang eines Verknüpfungspunktes 234, an dessen ersten Eingang das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 237 anliegt. Mit dem Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes

234 wird mit positiven Vorzeichen der zweite Eingang des Verknüpfungspunktes 235 beaufschlagt.

5 Um einen zeitlich definierten Zusammenhang zwischen dem Ansteuerende VEAE der Voreinspritzung und dem Ansteuerbeginn AB der Haupteinspritzung zu erzielen, wird eine wenigstens von der Drehzahl N abhängige Förderpause FP vorgegeben. Die Förderpause entspricht dem zeitlichen Abstand zwischen dem Ansteuerende VEAE der Voreinspritzung und dem Förderbeginn FB der Haupteinspritzung.
10

Um dies zu erreichen wird das Ansteuerende VEAE der Voreinspritzung durch die Winkel-/Zeitumrechnung in einen Zeitpunkt umgerechnet. Im Verknüpfungspunkt 202 wird zu
15 diesem Zeitpunkt die Förderpause FP als Zeitgröße hinzuaddiert. Anschließend wird dieser Zeitpunkt von der Zeit-/Winkelumrechnung 206 wieder in eine Winkelgröße umgewandelt. Diese Winkelgröße wird auch als interpolierter Förderbeginn FBI bezeichnet. Der Förderbeginn erfolgt somit
20 eine vorgebbare Zeitspanne nach dem Ansteuerende der Voreinspritzung.

Im Verknüpfungspunkt 203 wird von dem Zeitpunkt des Förderbeginns FBI die Schaltzeit SZ subtrahiert und so der
25 Ansteuerbeginn AB berechnet. Durch diese Vorgehensweise ist die Genauigkeit der Voreinspritzmenge gewährleistet. Das heißt der Abstand zwischen dem Beginn der Haupteinspritzung und dem Ende der Voreinspritzung ist unabhängig von der Drehzahl auf einen bestimmten Wert festgelegt. Dies
30 bedeutet, der Abstand zwischen dem Ansteuerbeginn der Haupteinspritzung und dem Ansteuerende der Voreinspritzung ist ausgehend von der vorgebbaren Zeitspanne, das heißt der Förderpause, und der Schließzeit des Stellelements vorgebbbar.

35

Der sich einstellende Förderbeginnfehler wird über einen Förderbeginnbeobachter 220 gelernt und anschließend von der Ansteuerdauerkorrektur 230 bei der Bestimmung des Ansteuerendes AE berücksichtigt.

5

10

15

Die Förderbeginndifferenz zwischen dem Sollförderbeginn FBS und dem erwarteten Förderbeginn FBER wird am Ansteuerende angehängt, d. h. die Ansteuerdauer wird um diesen Betrag verlängert. Der Förderbeginnbeobachter 220 vergleicht den erwarteten Förderbeginn FBER mit dem interpolierten Förderbeginn FBI und bestimmt ausgehend von diesem Vergleich mittels des Reglers 224 einen Korrekturwert zur Korrektur des extrapolierten Förderbeginns FBE. Der um diesen Korrekturwert korrigierte extrapolierte Förderbeginn FBE dient als erwarteter Förderbeginn FBER. Durch Addition von erwartetem Förderbeginn FBER und Förderdauer FD, ergibt sich das Ansteuerende AE.

20

25

Da die geförderte Menge pro Zeiteinheit auf Grund der unterschiedlichen Nockensteigung beim Ansteuerende und beim Förderbeginn unterschiedlich ist, erfolgt in den Blöcken 231 und 232 eine entsprechende Korrektur dieses Einflusses. Dies bedeutet in den Kennfeldern 231 und 232 sind Korrekturwerte abgelegt um die die Ansteuerdauer korrigiert wird, um den obigen Effekt zu korrigieren.

22.05.00 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Stellelement zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung, wobei die Kraftstoffeinspritzung in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine zweite Teileinspritzung aufgeteilt ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung eine vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitspanne derart vorgegeben wird, daß ein Förderbeginn der zweiten Teileinspritzung eine zweite vorgebbare Zeitspanne nach dem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung erfolgt.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Zeitspanne ausgehend von wenigstens einer Schließzeit des Stellelements und der zweiten Zeitspanne vorgebbar ist.

30

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zeitspanne abhängig von wenigstens der Drehzahl vorgebbar ist.

35

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Ansteuerdauer oder ein
Ansteuerende der zweiten Teileinspritzung ausgehend von
dem Förderbeginn korrigiert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der Förderbeginn gelernt und
mit einem Sollförderbeginn verglichen wird und die
Korrektur ausgehend von dem Vergleich erfolgt.
7. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit
einem Stellelement zur Steuerung der
Kraftstoffeinspritzung, wobei die Kraftstoffeinspritzung
in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine
zweite Teileinspritzung aufgeteilt ist, dadurch
gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die ein
Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung eine
vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der
ersten Teileinspritzung bewirken.

22.05.00 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer
Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

15

Es werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Stellelement zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung beschrieben. Die Kraftstoffeinspritzung ist in wenigstens eine erste Teileinspritzung und eine zweite Teileinspritzung

20

aufgeteilt. Ein Ansteuerbeginn der zweiten Teileinspritzung erfolgt eine vorgebbare erste Zeitspanne nach einem Ansteuerende der ersten Teileinspritzung.

(Figur 1)

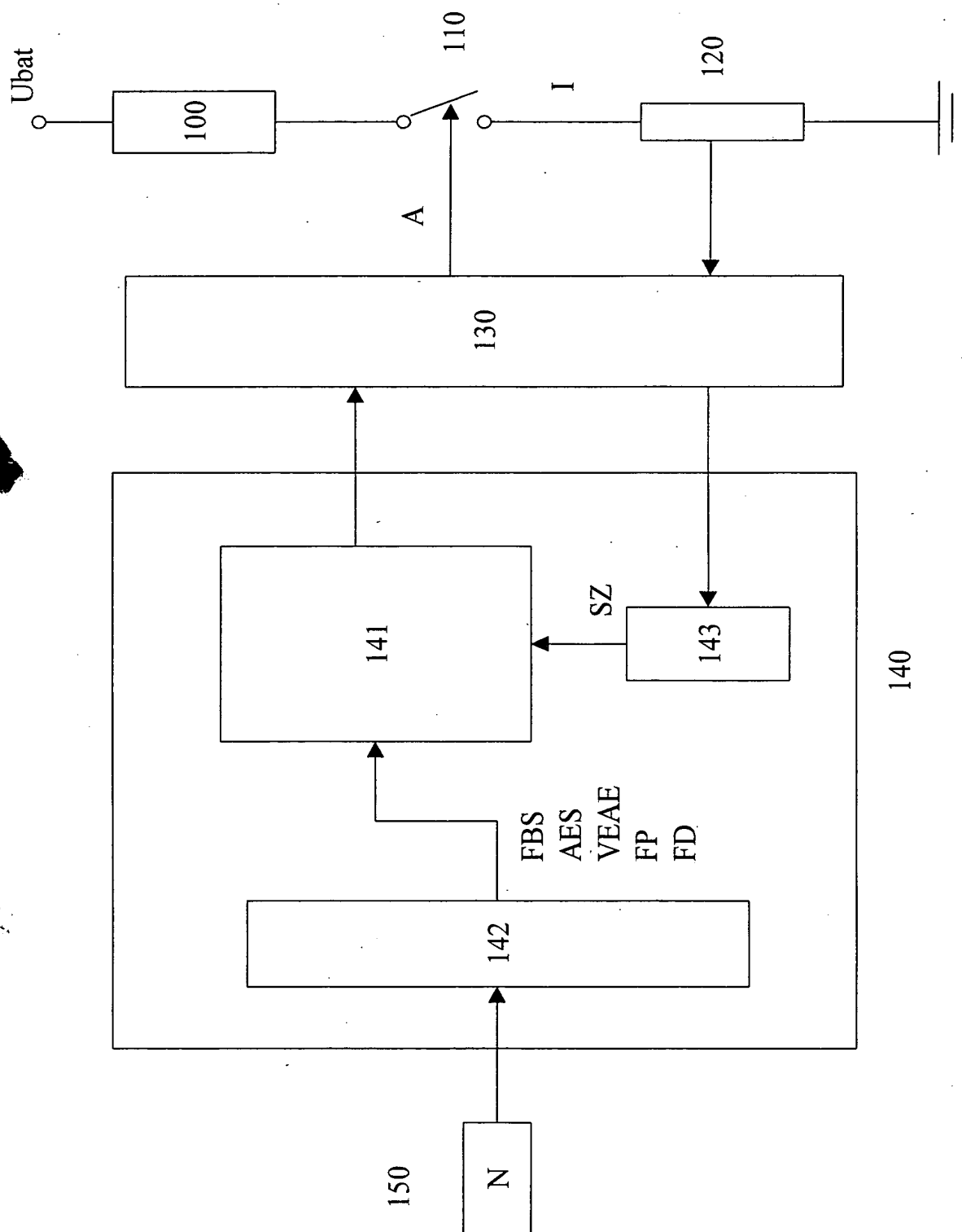


Fig.1

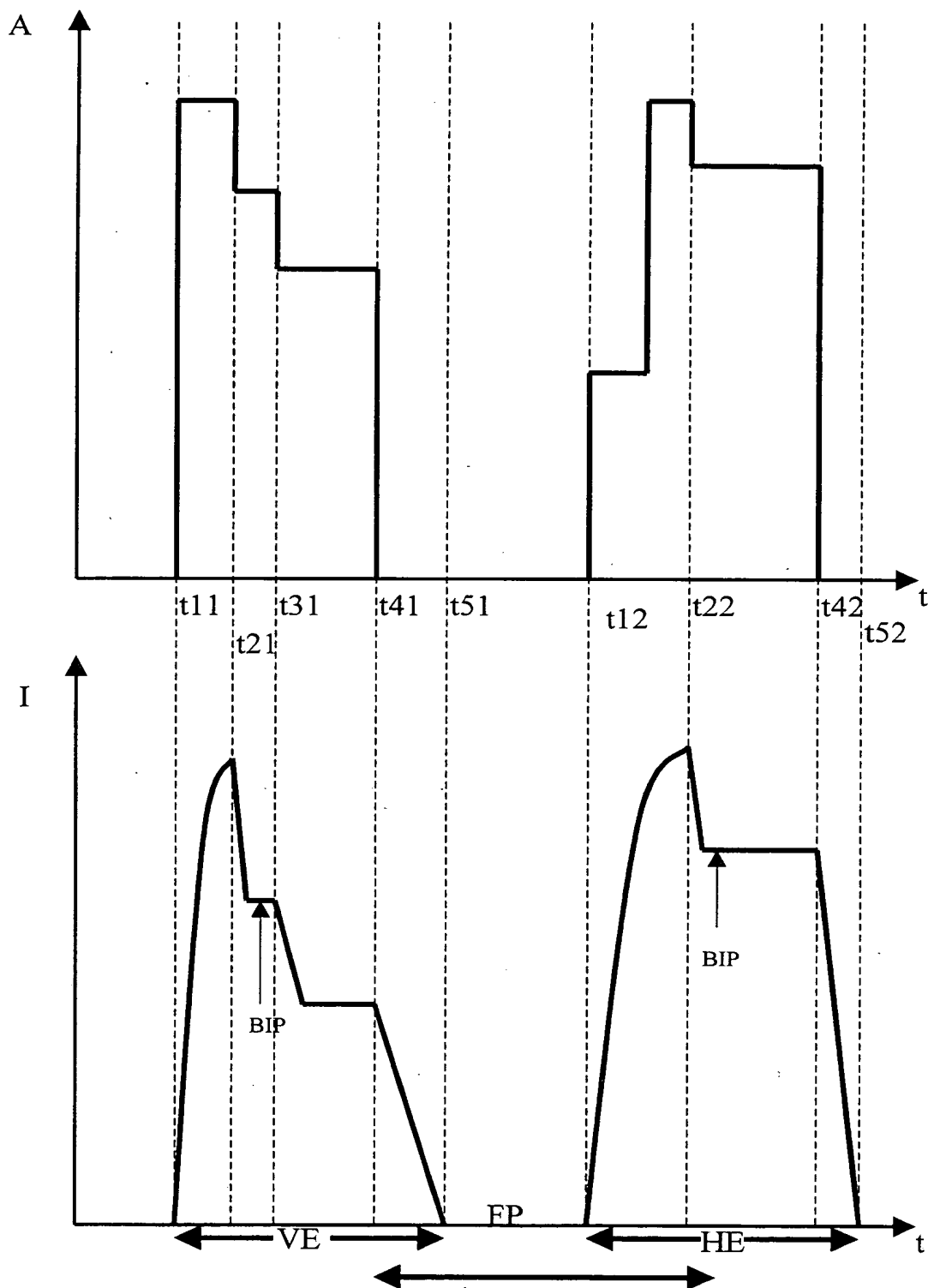


Fig. 2

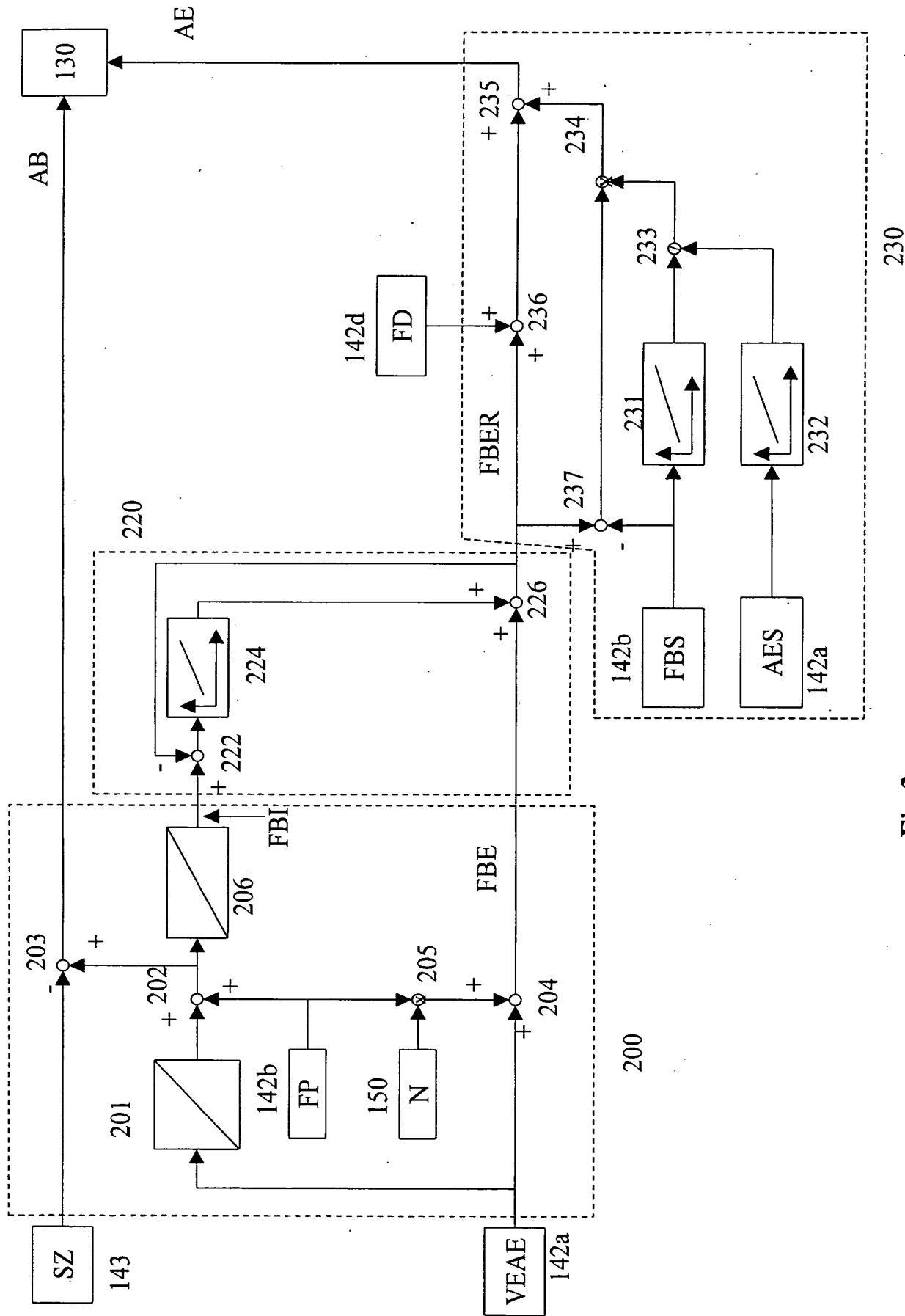


Fig.3